

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-036644

(43)Date of publication of application : 12.02.1993

(51)Int.Cl.

H01L 21/302
C23C 16/52
C23F 4/00
H05H 1/00
H05H 1/46

(21)Application number : 03-292117

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD

(22)Date of filing : 09.10.1991

(72)Inventor : KOSHIMIZU CHISHIO

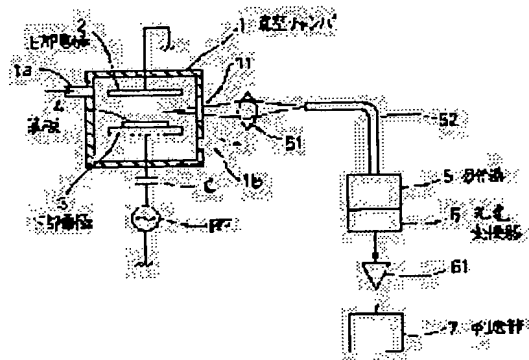
(30)Priority

Priority number : 03 83519 Priority date : 24.03.1991 Priority country : JP

(54) DRY ETCHING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To exactly detect the end point of dry etching.
CONSTITUTION: CHF₃ gas and CF₄ gas being reaction gas, and Ar gas for stabilizing plasma are introduced into a vacuum chamber 1. By applying electric power across electrodes 2 and 3, plasma is generated and an SiO₂ film is etched. The light of luminescence wavelength of CF₂ radicals participating in etching is picked up with a spectroscope 5, and its luminous intensity is monitored with a judging part 7. During etching, CF₂ radicals are used for the reaction with SiO₂. When the SiO₂ film is eliminated, CF₂ radicals do not participate in the above reaction, so that the luminous intensity of CF₂ radicals increases. The increase of the luminous intensity is captured with the judging part 7, which judges the end point of etching.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.05.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2913125

[Date of registration] 16.04.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-36644

(43)公開日 平成5年(1993)2月12日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/302	E	7353-4M		
C 2 3 C 16/52		7325-4K		
C 2 3 F 4/00	F	7179-4K		
H 0 1 L 21/302	F	7353-4M		
H 0 5 H 1/00	A	8014-2G		

審査請求 未請求 請求項の数2(全 6 頁) 最終頁に続く

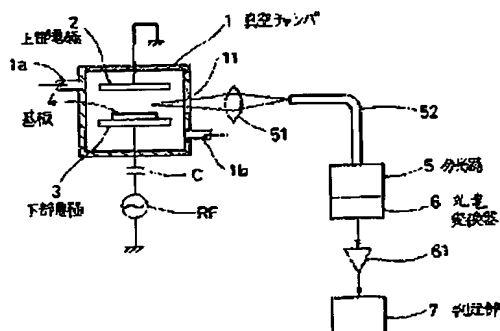
(21)出願番号	特願平3-292117	(71)出願人	000219867 東京エレクトロン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目3番1号
(22)出願日	平成3年(1991)10月9日	(72)発明者	奥水 地塩 東京都新宿区西新宿2丁目3番1号 東京 エレクトロン株式会社内
(31)優先権主張番号	特願平3-83519	(74)代理人	弁理士 井上 俊夫
(32)優先日	平3(1991)3月24日		
(33)優先権主張国	日本 (J P)		

(54)【発明の名称】 ドライエッチング方法

(57)【要約】

【目的】 ドライエッチングの終点を正確に検出すること。

【構成】 真空チャンバ1内に反応ガスであるCHF₃ガス及びCF₄ガスと、プラズマ安定化用のArガスとを導入し、電極2、3間に電力を供給してプラズマを発生させ、SiO₂膜のエッチングを行う。このときエッチングに関与するCF₂ラジカルの発光波長の光を分光器5により取り出し、その発光強度を判定部7で監視する。エッチング中はCF₂ラジカルがSiO₂との反応に用いられているが、SiO₂膜が除去されると、その反応には関与しなくなるのでCF₂ラジカルの発光強度が増加する。従ってこの発光強度の増加を判定部7で捉えてエッチングの終点と判定する。



(2)

特開平5-36644

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 反応容器内に導入されるガスの中に、エッチングによる反応生成物のスペクトルと重なるスペクトルを持つガスが含まれるドライエッチング方法において、

エッチングに関与する活性種の発光強度を監視し、その監視結果に基づいてエッチングの終点を検出することを特徴とするドライエッチング方法。

【請求項2】 反応容器内にC-F系のガスを導入してドライエッチングを行う方法において、

C-F系の活性種の発光強度を監視し、その監視結果に基づいてエッチングの終点を検出することを特徴とするドライエッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はドライエッチング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体製造工程において、ドライエッチングは微細なパターンを形成するために欠くことのできない技術となっている。このエッチングは、真空中で反応ガスを用いてプラズマを生成し、プラズマ中のイオン、中性ラジカル、原子、分子などを用いて被除去物を除去していく方法である。

【0003】 ところでマスクなどの被除去物が完全に除去された後においてもエッチングが継続されると、その下地膜が削られていったり、レジスト膜が所定の厚さ以下になってしまうため、エッチングの終点を正確に検出することが必要である。

【0004】 そこで従来の代表的な方法としては、エッチングによる反応生成物の発光強度を監視し、例えば二酸化珪素膜をC-F系の反応ガスによりエッチングする場合には、反応生成物である一酸化炭素の発光強度を監視するようにしていた。即ち反応生成物はエッチング中には反応容器内に存在するが、エッチングが終了すると生成されなくなるので、その発光強度は減少し、従ってこの減少を捉えればエッチングの終点が検出できる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところでエッチングを行うにあたって、プラズマの安定性を得るために、あるいは下地膜やレジストに対する選択性を大きくするために、反応ガス以外の添加ガスを、反応ガスに比べて多量に加えることがある。例えばプラズマの安定性を図るためにアルゴンガスを用いることがあるが、アルゴンガスのスペクトルは帯状であって幅が広がっており、このスペクトルの中に例えば反応生成物である一酸化炭素のスペクトルが重なってしまうことがある。このような重なりが起こる理由はアルゴンガスと一酸化炭素の発光波長範囲が非常に近似しているためである。しかしながらアルゴンガスの量は一酸化炭素に比べてかなり多いの

2

で、アルゴンガスの発光強度は一酸化炭素の発光強度に比べて非常に大きく、このためエッチング終点時の一酸化炭素の発光強度を正確に検出することができない。

【0006】 本発明はこのような事情のもとになされたものであり、その目的は、例えば反応生成物のスペクトルと重なるスペクトルを持つガスが添加された場合であっても正確にエッチングの終点を検出することのできるドライエッチング方法を提供することにある。

【0007】

10 【作用】 例えば反応容器内にC-F系のガスとアルゴンガスを導入し、平行平板電極間に電力を供給してプラズマを発生させ、例えば二酸化珪素(SiO₂)膜のエッチングを行う。この時エッチングに関与するC-F系の活性種例えばCF_xラジカルの発光強度を監視すると、エッチングが終了したときに、その発光強度はアルゴンガスの発光に影響されことなく大きく増加する。従ってこの変化を捉えることによりエッチングの終点が検出できる。

【0008】

20 【実施例】 以下本発明方法の実施例について述べる。

【0009】 先ずエッチング装置及びエッチング終点の検出系の概略について説明すると、図1に示すように反応容器を構成する真空チャンバ1内において、平板状の電極2、3が上下に対向配置され、例えば上部電極2は接地されると共に、下部電極3はコンデンサCを介して高周波電源RFに接続されている。これら電極2、3は平行平板電極を構成しており、これら電極2、3が真空チャンバ1を兼用する場合もある。

【0010】 前記真空チャンバ1には、C-F系のガスやアルゴンガスなどを平行平板電極2、3間に導入するためのガス導入管1a、及び図示しない真空ポンプによって真空排気するための排気管1bが接続されている。反応ガスや所定の添加ガスを導入できる構造となっている。前記下部電極3は、その上面に被処理体である半導体基板4が載置され、この基板4を確実に固定するように例えばクランプなどが設けられる。

【0011】 更に前記真空チャンバ1の側壁には、前記電極2、3間に発生したプラズマの発光を外部に透過させるための窓11が形成されており、この窓11の外方には窓11を透過した光を集光して分光器5に伝送するように、集光レンズ51、光ファイバ52が設置されている。前記分光器5で分光された光は、光電変換器6にて電気信号に変換され、アンプ61を介して判定部7に入力される。この判定部7は、例えばA/D変換器やCPUなどからなり、発光強度を監視しその変化を捉えてエッチングの終点を検出する。

【0012】 次に上述の装置を用いて具体的にエッチングを行い、エッチングの終点を検出する様子について述べる。シリコン基板上に二酸化珪素膜を形成した基板4を下部電極3上に載置し、真空チャンバ1内に、C-F

50

添のガスである。例えばCHF₃。ガス及びCF₄。ガスをいずれも60 SCCMの流量でガス導入管1aを介して導入すると共に、プラズマを安定させるための添加ガスとして例えばアルゴンガスを1000 SCCMの流量でガス導入管1aを介して導入し、図示しない真空ポンプにより真空引きしてガス圧を例えば1.2 Torrに設定する。そして電極2、3間に周波数13.56 MHz、電力値750 Wの高周波電力を印加してプラズマを発生させ、基板4のS・O₂膜のエッチングを行う。この時基板4の温度は20〜40℃であった。

【0013】ここでこの実施例では、電極2、3間に発生したプラズマ状態の活性種の中の一つであるCF₃ラジカルに着目し、このCF₃ラジカルが発光波長の中の例えば262.8nmの波長の光を高強度の分光器を用いて取り出す。そして分光された光の強度を（発光強度）を判定部7により監視し、プラズマが安定した時点から例えば1.4%増加した時点のエッチングの終点と判定して電力の印加を停止する。

【0014】以上においてCF₂ラジカルの発光スペクトルの波長は複数あるが、その中で波長262.8nmの光(実施例で用いた波長)と波長259.5nmの光とについて、上述と同様のエッチングを行った時の発光強度を調べた結果を夫々図2に実線(1)及び点線(2)に示す。ただしエッチング前後の発光強度の平均を100としている。この結果からわかるようにCF₂ラジカルの発光スペクトルの波長に対応する光の強度は、エッチング終了前後で大きく変化しており、その変化率は夫々約1.4%、0.85%である。

【0015】上述のように発光強度の増加した時点がエッチング終点であるということを確認するために、上述と全く同条件のエッチングを行い、発光強度が大きく（例えば1.4%）増加する直前の時点でプラズマ発生を停止した場合の基板4と、発光強度が大きく増加した直後の時点でプラズマ発生を停止した場合の基板4について、その表面をSEM（電子顕微鏡）写真で確認したところ、前者の（発光強度変化前）基板4については、二酸化珪素膜が非常に薄くてその一部から下地の単結晶シリコン基板表面が露出していたが、後者は全面に亘って単結晶シリコン基板表面が露出していた。従って発光強度の測定対象であるCF₄ラジカルは当該エッチングに關与していること、即ち（1）式の様に二酸化珪素膜と直接反応して、これを除去していることが裏付けられており、



エッチング対象である二酸化珪素膜が除去された後は、それまでエッチングで消費されていた分だけ増加するので、この増加を捉えることによりエッチングの終点が検出できるのである。

【0016】ここでC-F系のガスを反応ガスとして用いた場合、CF₄、ラジカル他にCFラジカル、CFイ

オン、CF、ラジカルなどのC-F系活性種や、フッ素ラジカル、フッ素イオンあるいは水素ラジカルなども生成される。そこでこれらの活性種の中でCF、ラジカルについて発光強度の変化を以下のようにして調べた。先ず200nm付近の発光を演出できるように窓ガラス5、集光レンズ51、光ファイバ52として石英ガラス製のものを用い、発光スペクトルを同定したところCF、ラジカルの発光を202、4nm、208nm、223、8nm、230、5nmの波長にして確認した。

10 【0017】そこでこれらの波長の中で202.4 nm
及び208 nmの波長の発光について、エッチング時
における発光量の変化を測定した。測定条件につい
ては、真空チャンバ1内のガス圧を250 m Torr、高周
波力の周波数、電力値を夫々13.56 MHz、600
W、CHF₃、ガス、CF₃、ガス及びアルゴンガスの流量
を夫々20 SCCM、20 SCCM、20 SCCM、400 SCCMに
設定し、ベタウエハ（全面二酸化珪素膜付きウエハ）
をサンプルとしてエッチングを行った。またこの実験に
おいて中心波長260 nm、半値幅10 nmの干渉フィル
タを追ってCF₂ラジカルの発光を同時に測定した。図
20 3にCF₂ラジカルの波長として202.4 nmを用い
た場合におけるエッチング中の光量変化を裏根（1）で
示す。また図4にCF₂ラジカルの波長として208 nm
を用いた場合におけるエッチング中の光量変化を裏根
（1）で示す。ただし図3、図4中点線（2）は260
nm CF₂ラジカルの発光である。この結果から、波長
が202.4 nmあるいは208 nmであるCF₂ラジ
カルの発光においてはCF₂ラジカルの場合と同様にエ
ッチング終点で発光強度が18%前後増加していること
30 が理解でき、CF₂ラジカルよりもS₂O₂膜のエ
ッチングに寄与していることが判明した。

【0018】ところで真空チャンバ1内にウエハを配置してプラズマを発生させ、この状態で200nm~400nmの発光スペクトルを観察したところ、図5の結果が得られた。ただし衰線(1)、点線(2)はウエハとして夫々ベアウエハ(二酸化珪素膜付をしていないウエハ)、ベタウエハ(全面二酸化珪素膜付ウエハ)を用い、いずれについても図3、図4に係る測定と同じ条件でプラズマを生成した。また点線(3)はウエハとしてベアウエハを用いると共に、真空チャンバ1内のガスをアルゴンガスのみ(流量400SCCM)とした。他の条件は同様である。この結果から、上記条件でプラズマを発光させると、波長が200~230nmの波長付近にCF₁ラジカル、240nm~350nmの波長付近にCF₂ラジカルの強い発光があることがわかる。更に波長が252nm付近、288nm付近、294nm付近にアルゴンの発光が確認出来る。また波長が350nm以上になると、アルゴンの発光が強くなり、400nm以上ではほとんどアルゴンの発光となる。

50 【0019】また図5より、ベタウエハを配置した場合

(4)

特開平5-36644

5

におけるCF₂ラジカルの発光強度は、259.5nm
や262.8nmの波長に限らず、240nm~400
nm付近の波長の中では、ベアウエハを配置した場合の
発光強度に比べて減少しているため、変化量に差がある
がエッチング終点時の光量は増加することがわかる。従
って二酸化珪素膜のエッチングの終点検出としてCF₂
の発光強度や240nm~350nmの発光波長を用い
ても良いが、分光器の分解能、感度や価格や他の発光値
を考えるとアルゴンの発光を避けた帯域でCF₂ラジカル
の発光の強い中心波長260~280nmにおいて、
半値幅10~40nm程度の安価な干渉フィルタでCF₂
ラジカル光を取り出し、安価なシリコンフォトダイオ
ードで光電変換することが最良であると判明した。

【0020】更にまたCF₂ラジカルについてはライフ
タイムが短いので捉えることができなかったが、これら
C-F系の活性種は、CF₂やCF₂ラジカルと同様に
エッチングに関与していると推察される。またフッ素ラ
ジカル、フッ素イオン、水素ラジカルについては、エッ
チングに十分な時間が経過しても発光強度の変化はほと
んど見られなかった。この実験において、フッ素ラジカル
のスペクトル線に対応する光を検出するために、波長
685.6nm、703.7nmの光を分光すると共に、
フッ素イオンのスペクトル線に対応する光を検出する
ために波長424.5nm、444.6nmの光を分光し、また水素ラジカル
のスペクトル線に対応する光を検出するために、波長656.3nm、486.1nm
の光を分光した。

【0021】以上のことから、プラズマ状態の活性種の中
でも二酸化珪素膜の除去に大きく関与しているものと、
全く関与していないか、それ程大きく関与していない
ものがあることがわかり、例えばCHF₃やCF₄など
のC-F系のガスを反応ガスとして用いた場合、CF₂
ラジカル、CF₂ラジカルをはじめCFイオン、CF₂
イオンなどのC-F系の活性種が二酸化珪素膜の除去
に大きく関与している。

【0022】ここに上述実施例の如く、CHF₃ガス、
CF₄ガス及びアルゴンガスの混合ガスによりエッチ
ングを行うにあたって、CF₂の発光波長を用いてエッ
チングの終点検出を行ったときに、各成分の発光により
その検出感度がどのように影響されるかを調べるために、
前記混合ガスのスペクトル図とCF₂ラジカルの発光強
度の変化率（傾斜）とを合わせた特性図を図6のように
作成した。この発光強度の変化率とは、先に一例として
図2に示したデータに基づいて得られた、増加前に対す
る増加後の発光強度の比率である。

【0023】この特性図及び図5からわかるように、縦
の広い帯状のスペクトルを持つアルゴンガスを反応ガス
に比べて多量に真空チャンバ内に導入している場合であ
っても、アルゴンガスの発光の影響を大きく受けること
なく、CF₂ラジカルによる発光強度について大きな変

6

化率を捉えることができる。なおアルゴンガスの発光波
長は350nmの中にも若干存在するが、先述したよう
にCF₂ラジカルの発光波長の中でこれらの発光波長付
近を避けた発光波長を選択することによりエッチングの
終点を高精度で検出できる。図7に400~470nm
の波長領域のスペクトル図を示すが、アルゴンの強い発
光が見られる。

【0024】上述実施例では、反応ガスに比べて多量に
用いられる添加ガスとして、プラズマの安定性を図るた
めのアルゴンガスの例をあげているが、本発明では、例
えばエッチングの異方性をより確保するためのガスであ
って、このガスのスペクトルがCOなどの生成ガスと重
なる場合にも適用することができる。

【0025】なおここでいうスペクトルの重なりとは、
完全に重なる場合のみならず例えば分光測定の際に一方
の側に他方のスペクトルが重なるといった、一部の重なり
も含まれる。

【0026】そして反応ガスとしてはC-F系のガスを
含むガスに限定されるものではなく、例えばC1系のガス
を含むガスなどについても適用でき、その場合にもエッ
チングに関与する活性種について発光強度を監視すれば
よい。

【0027】さらに本発明では、二酸化珪素膜をエッ
チングすることによって限定されるものではなく、ポリシリ
コン膜や、あるいはアルミニウム合金膜などをエッチング
する場合に適用してもよく、また被エッチング膜の下地
である材質としては、単結晶シリコン以外の材質例えばポ
リシリコンや酸化膜などであってもよい。

【0028】なお本発明は、陰極側に基板を置いたカ
ソードカップリング形、陽極側に基板を置いたアノードカ
ップリング形のいずれのエッチング装置にも適用できる
し、あるいは別途熱電子源などによって反応性ガスプラ
ズマを放電室で発生させ、これをエッチング領域に導く
といったエッチング方法にも適用できる。

【0029】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、エッ
チングに関与する活性種に着目し、その発光強度を監視して
エッチングの終点を検出しているため、反応生成物のス
ペクトルと重なるスペクトルを持つガス、例えばプラズ
マ安定用のアルゴンガスや反応生成物と同種または同一
のガスが反応ガスに比べて多量に添加され、その添加ガ
スの発光強度が非常に大きい場合であっても、例えば前
記活性種の発光波長が複数ある場合、添加ガスの発光波
長を避けた波長を選択することによって、エッチングの
終点前後で前記活性種の発光強度が大きく変化するの
で、エッチングの終点を高精度で検出できる。そして反
応生成物と添加ガスとが同じ場合には、発光波長を選択
する余地はないことから本発明は特に有効である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明方法の実施例に用いた装置の一例を示す

(5)

特開平5-36644

7

8

説明図である。

【図2】CF₂ラジカルの発光強度の変化を示す特性図である。

【図3】CF₂ラジカルの発光強度の変化を示す特性図である。

【図4】CF₂ラジカルの発光強度の変化を示す特性図である。

【図5】ウエハを配置した場合におけるプラズマ発光のスペクトル図である。

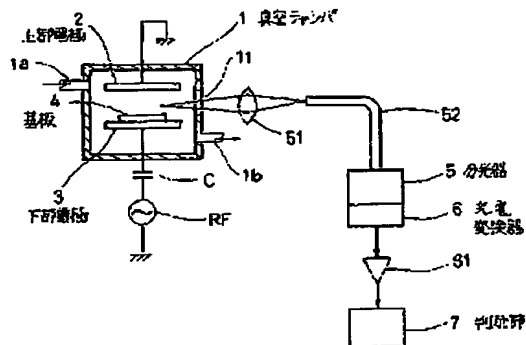
*【図6】波長毎の発光強度の変化とスペクトル図とを合わせた特性図である。

【図7】プラズマ発光におけるスペクトル図である。

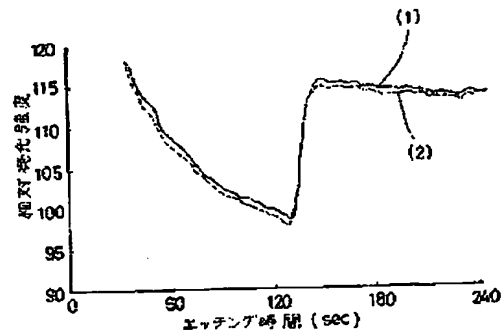
【符号の説明】

- 1 真空チャンバ
- 2, 3 平行平板電極
- 4 基板
- 5 分光器
- 6 光電変換器

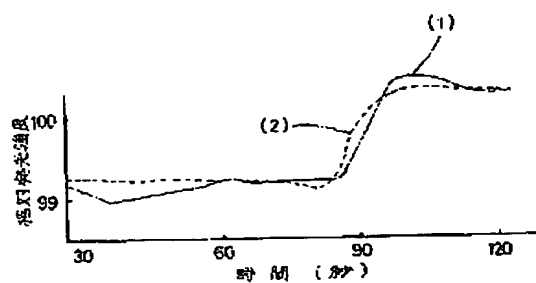
【図1】



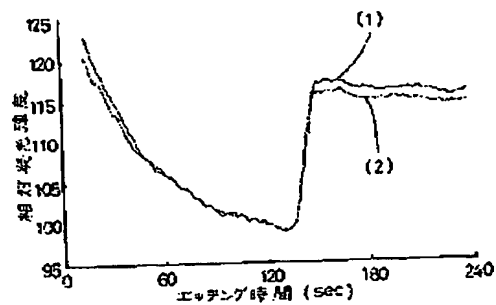
【図3】



【図2】



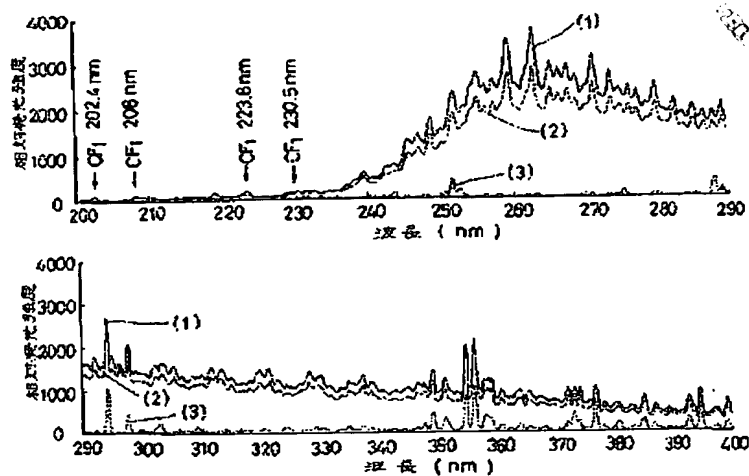
【図4】



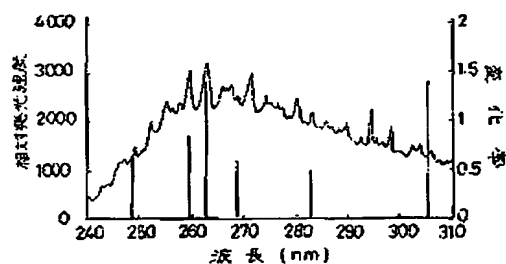
(6)

特開平5-36644

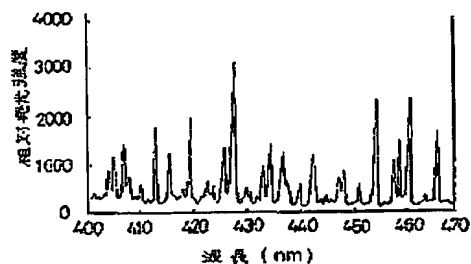
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷
H05H 1/46

識別記号

庁内整理番号
9014-2G

F I

技術表示箇所

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.